ARTINFØ MUSINFØ

UNIVERSITÉ PARIS VIII

INSTITUT D'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

BULLETIN TECHNIQUE #13

****
* PROCEDURES LISP D'ANALYSE *
* DE RELATIONS HARMONIQUES. *
* *
* PATRICK GREUSSAY *
****

RESUME :

L'ARTICLE DECRIT UN ENSEMBLE DE FONCTIONS LISP 510 DESTINE A LIVRER, A PARTIR D'UN ENSEMBLE DE HAUTEURS DONNE, LES RELATIONS HARMONIQUES LES PLUS ELEMENTAIRES.
A SAVOIR : DOMINANTE, SOUS-DOMINANTE, TRITON, NAPOLITAINE, SENSIBLE, SOUS FORME PUREMENT SYMBOLIQUE.

L'ARTICLE A ETE CORRECTEMENT COMPILE ET INTERPRETE PAR LE SYSTEME LISP 510.

L'ENSEMBLE DE CES FONCTIONS CONSTITUE UNE ZONE DE SERVICE D'UN PROGRAMME PLUS IMPORTANT D'ANALYSE DE FONCTIONS HARMONIQUES DANS L'OEUVRE DE CLAUDE DEBUSSY.
ETANT DONNE UN ENSEMBLE DE REGIONS HARMONIQUES ET LEURS REPRESENTANTS REPERES, L'EMPLOI CONSTANT DE L'OSCILLATION ENTRE -NOM- ET -VALEUR- DE HAUTEUR SE REVELE FORT IMPORTANT DANS LE TRAVAIL COMPOSITIONNEL DE CE MUSICIEN. TOUTE ANALYSE EN PROFONDEUR SE MEPRENDRAIT A N'EN PAS TENIR COMPTE.

POUR L'AUTOMATISATION (PARTIELLE) DES PROCEDURES D'ANALYSE, LE LANGAGE LISP A ETE CHOISI POUR LA FACILITE QU'IL OFFRE DE RENDRE TOUT OBJET SUSCEPTIBLE DE RECEVOIR DES VALEURS (TANT SUR SA P-LISTE QUE SUR LA A-LISTE).

ON DISTINGUERA POUR CHAQUE HAUTEUR DEUX TYPES DE -NOMS- :
. NUMERIQUE (MODULO 12)
. LITERAL

REPRESENTES PAR LES DEUX LISTES DE PROPRIETES -1-L ET -2-L.
CES CORRESPONDANCES ONT ETE CHOISIES POUR TRAITER CONVENABLEMENT LES PHENOMENES DE SYNONYMIE (EX: DO # - RE BEML).

POUR CHAQUE LITERALE ON UTILISERA ALTERNATIVEMENT
. UN ATOME (DANS LES CAS DE NON ALTERATION)
. UNE PAIRE POINTEE (ALTERATION . ATOME)

NOTA : '*' REPRESENTE LE BEMOL.

```
(MODE 2)

RPLACA (
       -D-L
       (DO SOL RE LA MI SI FA DO)
)
RPLACA (
       -S-L
       (DO RE MI FA SOL LA SI DO)
)
RPLACA (
       -1-L
       ((0 (DO (# . SI))) (1 ((# . DO) (* . RE)))
        (2 (RE)) (3 ((# . RE) (* . MI))) (4 (MI (* . FA)))
        (5 ((# . MI) FA)) (6 ((# . FA) (* . SOL))) (7 (SOL))
        (8 ((# . SOL) (* . LA))) (9 (LA))
        (10 ((# . LA) (* . SI))) (11 (SI (* . DO))))
)
RPLACA (
       -2-L
       (((# . SI) . 0) (DO . 0) ((# . DO) . 1)
        ((* . RE) . 1) (RE . 2) ((# . RE) . 3) ((* . MI) . 3)
        ((* . FA) . 4) (MI . 4) ((# . MI) . 5) (FA . 5)
        ((# . FA) . 6) ((* . SOL) . 6) (SOL . 7)
        ((# . SOL) . 8) ((* . LA) . 8) (LA . 9)
        ((# . LA) . 10) ((* . SI) . 10) (SI . 11)
        ((* . DO) . 11))
)

DEFINE ((

      ;      ETANT DONNE UNE LITERALE, P-1-L LIVRE L'ENTIER
             DANS (0, 11) CORRESPONDANT DANS LA LISTE -1-L. ;
(P-1-L
   (LAMBDA (X)
      (CDR (SASSOC X -1-L))))

          ; ETANT DONNE UN ENTIER PRIS DANS L'INTERVALLE
            (0, 11), P-2-L LIVRE LA LISTE DES LITERALES
            ASSOCIEES A CET ENTIER DANS LA LISTE -2-L.
              EN FAIT P-2-L EST UNE GENERALISATION DE
            (SASSOC X L FN) X ETANT UNE S-EXPRESSION
            QUELCONQUE.                                ;
(P-2-L
   (LAMBDA (X)
      (CDR (OR
              (SASSOC X -2-L)
              (PROG (Y)
                 (SETQ Y -2-L)
            A    (AND
                     (EQUAL X (CAAR Y))
                     (RETURN (CAR Y)))
                 (SETQ Y (CDR Y))
                 (GO A))))))
```

```
(ABS
   (LAMBDA (X)
      (COND
            ((GT X 0) X)
            (T (DIFFER 0 X)))))

      ;        CETTE FONCTION A POUR ARGUMENTS :
                  (NOM1 NOM2 NUM1 NUM2 LISTE-REPERE)
                ELLE VERIFIE SI    . DEUX NOMS SATISFONT
                    A LA RELATION NUMERIQUE:
                           NUM1 = ABS (VAL-NOM1 - VAL-NOM2)
                                  . LES DEUX NOMS EN TANT QUE
               COUPLE DE LITERALES FORMENT OU NON UNE SOUS-SUITE
               DE LA LISTE REPERE (PAR MATCHING LITERAL, AU
               MOYEN DE LA FONCTION CSQ).
               (EX: MALGRE LES MEMES VALEURS NUMERIQUES
               LE COUPLE DO# - LA BEML N'EST PAS UNE QUINTE).;
(IS?
   (LAMBDA (X Y M N L Z)
      (PROGN
            (SETQ Z (ABS (DIFFER (P-2-L X) (P-2-L Y))))
            (COND
                 ((OR
                     (EQ Z M)
                     (EQ Z N))
                  (CSQ L X Y))))))

     ;RAPPELS :
               1 . BIEN QUE GET SOIT EVIDEMMENT UNE SUBR, VOICI
               SA DEFINITION EN S-EXPRESSIONS:
                 (GET (LAMBDA (X Y) (COND
                                        ((NULL X))
                                        ((EQ (CAR X) Y)
                                         (CADR X))
                                        (T (GET (CDR X) Y)) )))
               2 . EN LISP 510, SI -TOUS- LES PREDICATS
               D'UN COND S'EVALUENT EN NIL, LA VALEUR DE COND
               EST ALORS NIL, ET NE PROVOQUE PAS DE DIAGNOSTIC
               D'ERREUR.
               3 . UNE FONCTION PEUT COMPORTER A L'APPEL :
                 - PLUS D'ARGUMENTS QUE PREVU. ILS SERONT
                   EVALUES MAIS NON TRANSMIS.
                 - MOINS QUE PREVU : LES ARGUMENTS ABSENTS
                   SERONT PAR DEFAUT EVALUES A NIL.


                 LA FONCTION CSQ , SI LE COUPLE (X1 Y1) EST
               ACCEPTABLE COMME ELEMENT DE LA RELATION SUR LA
               LISTE L, RAMENE EN VALEUR CE COUPLE, CONVE-
               NABLEMENT ORDONNE. ;
```

```
(CSQ
   (LAMBDA (L X1 Y1)
      (PROGN
            (SETQ X1 (COND
                           ((ATOM X1) X1)
                           (T (CDR X1))))
            (SETQ Y1 (COND
                           ((ATOM Y1) Y1)
                           (T (CDR Y1))))
            (COND
                 ((EQ (GET L X1) Y1)
                  (LIST X Y))
                 ((EQ (GET L Y1) X1)
                  (LIST Y X))))))

      ;        ?IS? APPLIQUE LA FONCTION F AUX ARGUMENTS
               X ET Y.;
(?IS?
   (LAMBDA (X Y F)
      (PROGN
            (SETQ X (F X Y))
            (COND
                 (X (LIST (CADR X) (CAR X)))))))



      ;          VOICI LE GROUPE DES FONCTIONS
                   D       QUI                DOMINANTE
                   N       CORRESPONDENT      NAPOLITAINE
               IS?-T       RESPECTIVEMENT     TRITON
                   SD      AUX                SOUS-DOMINANTE
                   S       PREDICATS :        SENSIBLE ;
(IS?-D
   (LAMBDA (X Y)
      (IS? X Y 5 7 -D-L)))
(IS?-N
   (LAMBDA (X Y)
      (?IS? X Y (QUOTE IS?-S))))
(IS?-T
   (LAMBDA (X Y)
      (COND
           ((EQ 6 (ABS (DIFFER (P-2-L X) (P-2-L Y))))
            (LIST X Y)))))
(IS?-SD
   (LAMBDA (X Y)
      (?IS? X Y (QUOTE IS?-D))))
(IS?-S
   (LAMBDA (X Y)
      (IS? X Y 1 11 -S-L)))
```

```
(X-$REL
   (LAMBDA (F NSH Y Z)
      (PROGN
              (SETQ Z (F (CAR M) (CAR N)))
              (AND
                  Z
                  (SET NSH (CONS Z Y))))))
($RELATIONS
   (LAMBDA (L)
      (PROG (M N L-D L-SD L-T L-N L-S)
              (TERPRI)
              (SETQ M L)
      A       (AND
                  (NULL (CDR M))
                  (RETURN (EDITL)))
              (SETQ N (CDR M))
      B       (X-$REL (QUOTE IS?-D)  (QUOTE L-D) L-D)
              (X-$REL (QUOTE IS?-SD) (QUOTE L-SD) L-SD)
              (X-$REL (QUOTE IS?-N)  (QUOTE L-N) L-N)
              (X-$REL (QUOTE IS?-T)  (QUOTE L-T) L-T)
              (X-$REL (QUOTE IS?-S)  (QUOTE L-S) L-S)
              (AND
                  (SETQ N (CDR N)) (GO B))
              (SETQ M (CDR M))
              (GO A))))
(EDITL
   (LAMBDA ()
      (PROGN
              (PRINT (QUOTE L-D))
              (PRINT L-D)
              (PRINT (QUOTE L-SD))
              (PRINT L-SD)
              (PRINT (QUOTE L-T))
              (PRINT L-T)
              (PRINT (QUOTE L-N))
              (PRINT L-N)
              (PRINT (QUOTE L-S))
              (PRINT L-S))))
))
```

```
$RELATIONS ((DO RE MI FA SOL LA SI))

L-D
( ( MI SI ) ( LA MI ) ( RE LA ) ( SOL RE ) ( DO SOL ) ( FA DO
) )
L-SD
( ( SI MI ) ( MI LA ) ( LA RE ) ( RE SOL ) ( SOL DO ) ( DO FA
) )
L-T
( ( FA SI ) )
L-N
( ( FA MI ) ( DO SI ) )
L-S
( ( MI FA ) ( SI DO ) )


            ; *   *   DEBUSSY : NUAGES , MES 1 ;

$RELATIONS ((SI (# , FA) (# , DO) MI (* , SI) RE (# , LA) LA))

L-D
( ( RE LA ) ( LA MI ) ( ( # , FA ) ( # , DO ) ) ( MI SI ) (
SI ( # , FA ) ) )
L-SD
( ( LA RE ) ( MI LA ) ( ( # , DO ) ( # , FA ) ) ( SI MI ) ( (
# , FA ) SI ) )
L-T
( ( MI ( # , LA ) ) ( MI ( * , SI ) ) )
L-N
( ( ( * , SI ) LA ) ( RE ( # , DO ) ) ( SI ( # , LA ) ) )
L-S
( ( LA ( * , SI ) ) ( ( # , DO ) RE ) ( ( # , LA ) SI ) )
```

NOTE :

MALGRE SON *EXTREME* SIMPLICITE, JE SUIS TOUT A FAIT CONSCIENT DE LA DIFFICULTE DE LECTURE DE CE PROGRAMME POUR LES PERSONNES PEU FAMILIERES AVEC LE LANGAGE LISP.

IL EST CLAIR QUE CETTE DIFFICULTE EST CHRONIQUE.

RESTE QU'APRES UN CERTAIN TEMPS D'ACCOUTUMANCE, L'ELEGANCE ET LA CONCISION DE CE LANGAGE DEVIENNENT FRAPPANTES ET PERMETTENT LA NOTATION ET L'EXECUTION DE PROCESSUS FORT LOURDS A EXPRIMER AUTREMENT.

DE PLUS, LE PROGRAMMEUR D'EXPERIENCE Y RECONNAITRA A COUP SUR LA FACILITE BIEN CONNUE QUI LUI FAIT SOUVENT PREFERER UN LANGAGE MACHINE COMME SUPPORT D'EXPRESSION DE SES ALGORITHMES, A SAVOIR L'ACCES DYNAMIQUE A TOUS LES OBJETS, EN PARTICULIER POINTEURS (TRAIT QUE PL/1 POSSEDE EN PARTIE) ET DONNEES EXECUTABLES I.E. PROGRAMMES.

ENFIN, EN CE QUI CONCERNE LES MUSICIENS, ILS PRENNENT A CE LANGAGE UN PIED CERTAIN.

Jacques DUPRE

UNE FORMALISATION DES COULEURS / DEUXIEME PARTIE[°]

CHOIX D'UNE GAMME-

Dans l'ensemble continu des teintes,nous choisissons une gamme régulière de I2 numérotées de 0 à II;les dénominations du langage courant les plus voisines étant données dans le tableau suivant:

0	vert
I	vert-jaune
2	jaune
3	jaune orangé
4	orange
5	rouge
6	pourpre
7	violet
8	outremer
9	bleu
I0(X)	bleu cyané
II(Z)	bleu vert

Dans la gamme des valeurs,nous n'utiliserons que celles désignées par un nombre pair,d'où le tableau:

0	noir
2	trés foncé
4	foncé
6	clair
8	trés clair
I0	blanc

Nous obtenons donc un total de 4 x I2 = 48 couleurs plus le blanc et le noir éventuellement.Dans le traitement par ordinateur,pour économiser de la place en mémoire et pour interpréter une entrée de tableau,on peut utiliser une notation numérique de 0 à 47 facilement décodable.

[°] Voir ARTINFO - MUSINFO n° 11

Soit X le N°de la couleur,T et V,sa teinte et sa valeur.

X = 4T + V/2 - 1

T = X % 4 (% désignant la division entière)

V = 2(X - 4T + 1)

UN MODELE PROBABILISTE-

Le programme ALCOL engendre des couleurs de façon aléatoire.Teintes et valeurs sont traitées de façon indépendante comme si l'on superposait une répartition de lumière et une disposition de teintes.Il est écrit en ALGOL 60 pour être traité sur une CAE 5IO.

La procédure TEIN(T) fait apparaitre la teinte T avec la probabilité 0,6, les teintes T + 1 et T - 1 avec les probalités 0,2.Utilisant la propriété de récursivité de l'ALGOL,la procédure peut s'appeler elle-même;on obtient ainsi des répartitions"en cloche"autour d'une teinte,de plus en plus aplaties.

	T - 3	T - 2	T - 1	T	T + 1	T + 2	T + 3
TEIN(T)			0,2	0,6	0,2		
TEIN(TEIN(T))		0,04	0,I6	0,44	0,I6	0,04	
TEIN(TEIN(TEIN(T)))	0,0I	0,07	0,24	0,36	0,24	0,07	0,0I

La procédure CON(T1,T2,PT1) fait apparaitre la teinte T1 avec la probabilité PT1,la teinte T2 avec la probabilité 1 - PT1.Elle peut s'appeler elle même et aussi appeler TEIN.Par exemple,pour avoir une répartition de 80% dans les verts peu étalée et de 20% dans les rouges trés étalée, CON(TEIN(TEIN(TEIN(5))),TEIN(0),20) donne la distribution:

Teintes	II	0	I	2	3	4	5	6	7	8
Probabilités	0,I6	0,48	0,I6	0,002	0,0I4	0,048	0,072	0,048	0,0I4	0,002

On peut ainsi obtenir une grande variété de courbes à deux bosses qu'on pourra utiliser par exemple pour doser des effets de contraste au niveau microscopique.

Pour distribuer les valeurs,on utilisera la procédure CON.Ainsi,pour obtenir 50% de la valeur 8,40% de 6,IO% de 4,on appellera:

CON(8,CON(6,4,80),50).

Les deux procédures décrites,dont on a limité volontairement les possibilités en tant que génératrices de lois de probabilité,définissent un vocabulaire qui,considéré comme une application dans l'ensemble des sensations esthétiques réduites à un domaine limité d'une oeuvre,n'est évidemment pas surjective.Ceci signifierait que tout tableau peint ou à peindre pourrait être considéré comme une concaténation de mots de ce vocabulaire.

L'apprentissage permet à l'utilisateur d'acquérir une bonne connaissance d'une part de l'application,d'autre part de l'ensemble image de celle-ci, c'est à dire des sensations"signifiées"par le vocabulaire.

Les atomes,qui sont soit une juxtaposition de trois points des teintes fondamentales à luminosité variable dans le cas d'utilisation d'un écran cathodique,soit des carreaux peints à l'aide d'une palette des 48 couleurs dans le cas d'une réalisation manuelle,peuvent être interprétés par des matrices 4x4 dont les éléments sont des points de couleurs fixées et en nombre trés limité.

Nous insistons sur le fait qu'il s'agit d'une interprétation,qui est voisine de procédés utilisés par des peintres comme Seurat,et non d'une production des couleurs ainsi que l'entendrait par exemple,un technicien de la télévision.C'est un moyen simple de sortie d'ordinateur à l'aide d'une télescriptrice à touches munies de tampons de couleurs,qui accentue l'effet voulu avec le programme ALCOL.

Dans une matrice,le facteur de diffusion moyen est le barycentre des facteurs de diffusion des couleurs fondamentales,pondérés par le nombre de fois où chacune apparait.Les teintes intermédiaires sont obtenues par addition optique,d'où la possibilité de calculs.

Notre choix s'est porté sur les colorants de base suivants:

Couleur	Valeur	Facteur de diffusion	Code
Vert(V)	5	2I	0/5
Jaune(J)	8	50	2/8
Rouge(R)	6	28	5/6
Bleu(B)	4	I6	9/4
Blanc(b)	IO	90	/X
Noir(N)	0	5	/0

Nous allons traiter quelques exemples de distribution des points colorés pour obtenir une couleur donnée avec un facteur de pureté maximum.Dans cette hypothèse,n'interviennent que les deux colorants dont les teintes encadrent la teinte désirée,et soit du blanc,soit du noir.

-Rouge 5/6

Il s'agit d'un colorant de base,donc I6 R composeront le module.

-Rouge 5/8

Pour augmenter la luminosité,il y aura n points blancs(b) et (I6 - n) R:

I6x50 = nx90 + (I6 - n)x28

D'où l'on tire n = 6.

-Rouge 5/4

Soit n le nombre de points N:

I6xI6 = nx5 + (I6 - n)x28

D'où l'on tire n = 8.

-Violet 7/4

Pour obtenir la teinte,il faut ajouter à valeurs égales du rouge et du bleu:soient 8 points donnant la couleur 5/4 et 8 de 9/4 (B).Compte tenu de l'exemple précédent,on obtient: 4 R,4 N,8 B.Le rapport 8B/4R caractérise la teinte 7 et sera conservé pour les autres valeurs.

On obtient donc enfin un tableau 48x6,qui pour chaque couleur donne le nombre de points de chacune des 6 couleurs fondamentales qui interviennent dans la matrice 4x4.

Un sous-programme qui s'utilise en sortie de ALCOL ou de tout autre programme compositionnel, répartit aléatoirement les points dans les modules tout en respectant leur répartition numérique.

Pour obtenir des couleurs non-pures, on peut décider de faire intervenir trois colorants de base, plus éventuellement pour les valeurs extrêmes du blanc ou du noir; les calculs, qui consistent alors en des résolutions de systèmes d'équations linéaires seront exécutés par un ordinateur. On aura ainsi à disposition plusieurs jeux de données (tableaux 48x6) pour le générateur de modules.

UN MODELE D'AUTOMATE-

L'extansion de lois microscopiques par simple utilisation de la transivité de la relation de voisinage peut donner des résultats étonnants. Ce processus d'intégration, dans tous les domaines où il est utilisé permet la confrontation avec le réel accéssible d'hypothèses établies à un niveau élémentaire.

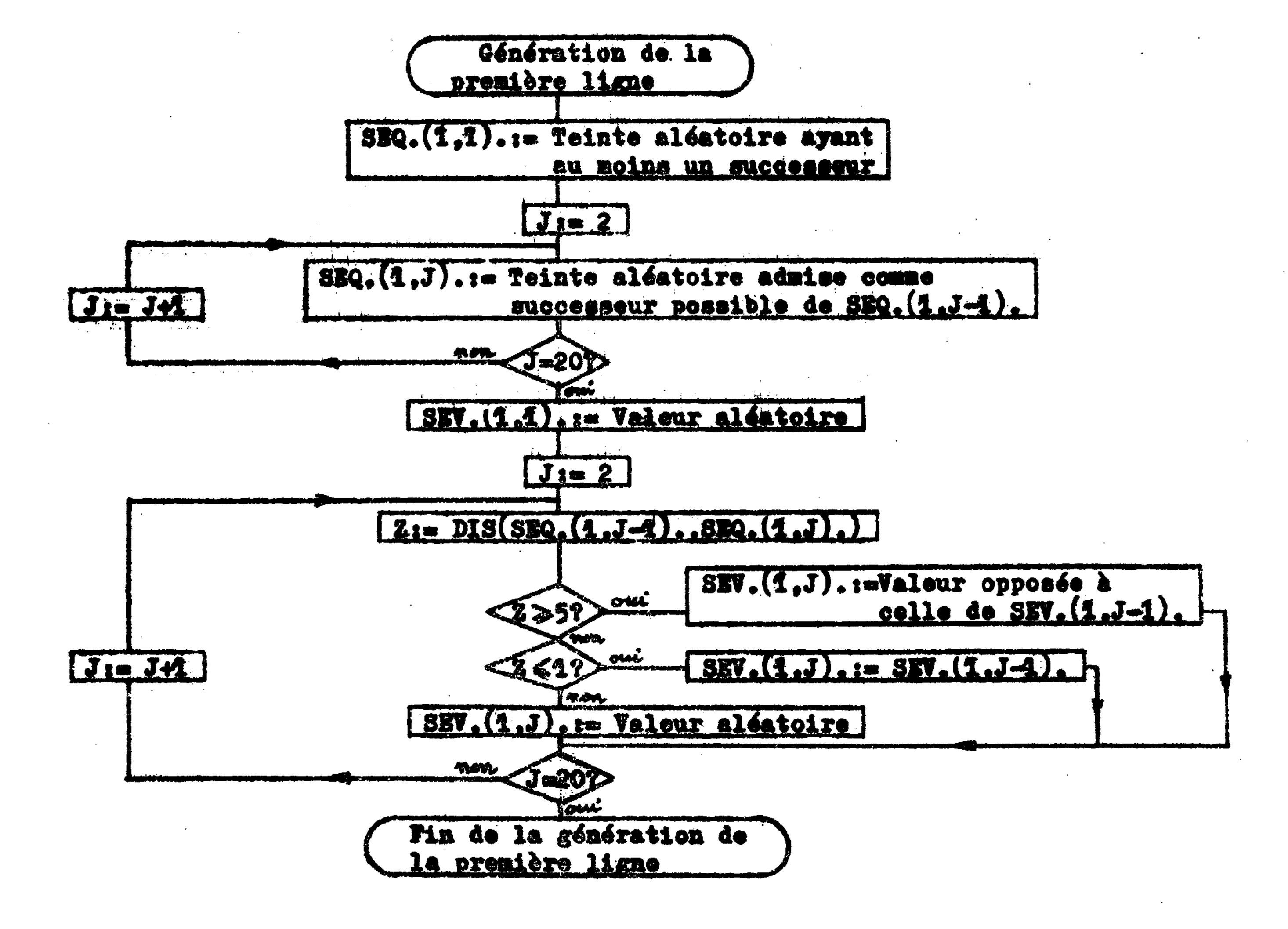
Dans le programme GBD, la couleur de teinte SEQ.(I,J). et de valeur SEV.(I,J). est conditionnés par les couleurs du précédent vertical (SEQ.(I-1,J)., SEV.(I-1,J).) et du précédent horizontal (SEQ.(I,J-1)., SEV.(I,J-1).) de la façon suivante:

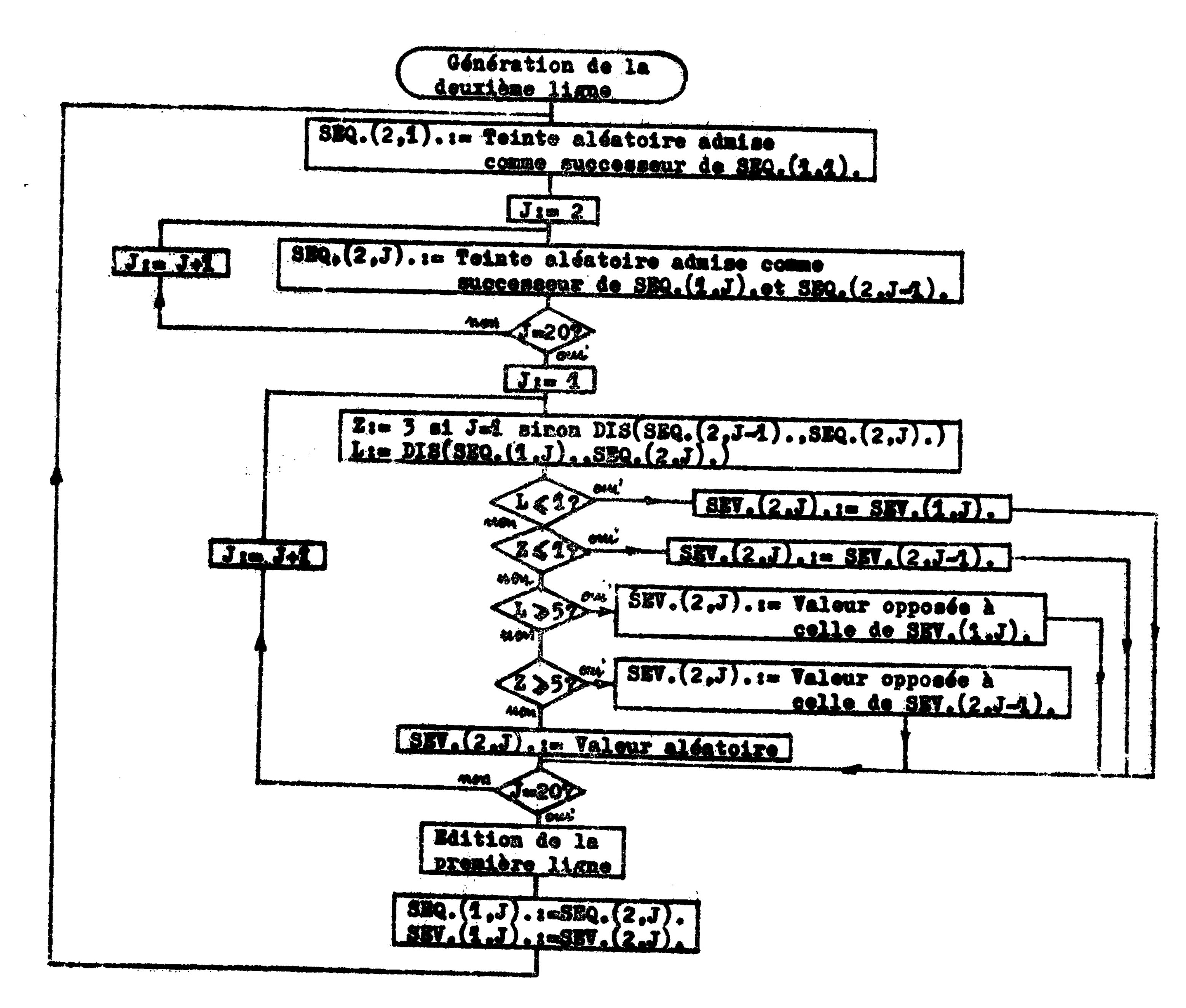
-SEQ.(I,J). doit être un successeur possible de SEQ.(I-1,J). et de SEQ.(I,J-1). dans un graphe de teintes donné.

-SEV.(I,J). est ensuite déterminé à partir de critères sur la distance de la teinte trouvée à l'une et à l'autre des teintes précédentes (appel de la procédure DIS).

On peut suivre sur l'organigramme du programme GBD le fonctionnement de cet automate.

ORGANIGRAMME DE GBD (version 2)





Génération de la deuxième ligne
SEQ.(2,1).:= Teinte aléatoire admise comme successeur de SEQ.(1,1).
J:= 2
J:= J+1
SEQ.(2,J).:= Teinte aléatoire admise comme successeur de SEQ.(1,J).et SEQ.(2,J-1).
non
J=20?
oui
J:= 1
Z:= 3 si J=1 sinon DIS(SEQ.(2,J-1).,SEQ.(2,J).)
L:= DIS(SEQ.(1,J).,SEQ.(2,J).)
L≤1?
oui
SEV.(2,J).:= SEV.(1,J).
non
Z≤1?
oui
SEV.(2,J).:= SEV.(2,J-1).
J:= J+1
non
L≥5?
oui
SEV.(2,J).:= Valeur opposée à celle de SEV.(1,J).
non
Z≥5?
oui
SEV.(2,J).:= Valeur opposée à celle de SEV.(2,J-1).
non
SEV.(2,J).:= Valeur aléatoire
non
J=20?
oui
Edition de la première ligne
SEQ.(1,J).:=SEQ.(2,J).
SEV.(1,J).:=SEV.(2,J).

```
****************************
*                          *
*    J.DUPRE     ALCOL     *
*                          *
****************************
```

```
'DEB''ENT'I,J,N,P,AL;
EXL(°#N P$@);IMPR;LICLAV(N,P);
'DEB''ENT''TAB'T,V.(1:N,1:P).;

'ENT''PRO'PMOD(X,Y);'ENT'X,Y;PMOD:=X-X%Y*Y;

'PRO'ALEA(AL);'ENT'AL;AL:=PMOD(AL*7,9973);

'BOO''PRO'SUGG(X,Y,Z);'ENT'X,Y,Z;SUGG:=Z'SUG'X'ET'
Z'INF'Y;

'ENT''PRO'TEIN(T);'ENT'T;
'DEB''ENT'Y,Z;ALEA(AL);Z:=PMOD(AL,100);
Y:='SI'SUGG(0,60,Z)'ALO'T'SIN'
'SI'SUGG(60,80,Z)'ALO'T+1'SIN'T+11;
TEIN:=PMOD(Y,12)'FIN';

'ENT''PRO'CON(P1,P2,PT1);'ENT'P1,P2,PT1;
'DEB''ENT'Z;ALEA(AL);Z:=PMOD(AL,100);
CON:='SI'SUGG(0,PT1,Z)'ALO'P1'SIN'P2'FIN';

'PRO'PRINT1(X);'ENT'X;
'DEB'
'SI'X'EG'10'ALO'EXL(° X@)
'SIN''SI'X'EG'11'ALO'EXL(° Z@)
'SIN'EXE(2,X)'FIN';

'PRO'PRINT2(X);'ENT'X;
'DEB''SI'X'EG'2'ALO'EXL(°#2$@)'SIN'
'SI'X'EG'4'ALO'EXL(°#4$@)'SIN'
'SI'X'EG'6'ALO'EXL(°#6$@)'SIN'EXL(°#8$@)'FIN';

EXL(°#AL$@);IMPR;LICLAV(AL);
'POU'I:=1'PAS'1'JUS'N'FAI'
'DEB''POU'J:=1'PAS'1'JUS'P'FAI'
'DEB'T.(I,J).:=CON(TEIN(TEIN(TEIN(5))),TEIN(0),20);
V.(I,J).:=CON(8,CON(6,4,80),50);
PRINT1(T.(I,J).);
PRINT2(V.(I,J).);'FIN';IMPR;'FIN';'FIN';'FIN'#
```

```
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
x                            x
x      RESULTATS  ALCOL      x
x                            x
xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
```

N P

30 20
AL

36

16	06	18	06	08	06	08	08	06	Z8	08	06	16	06	Z8	08	36	08	08	04
44	08	08	08	06	Z8	Z8	08	08	06	Z8	18	18	18	Z6	08	06	04	Z6	08
Z6	Z8	06	08	08	06	06	Z6	Z8	18	06	08	18	08	08	58	08	38	08	56
16	08	Z6	06	48	08	08	08	58	Z6	56	06	08	08	16	06	58	08	66	Z8
56	Z8	16	06	06	06	18	56	58	08	06	58	58	Z8	28	16	04	08	18	06
Z6	Z4	04	Z6	48	Z8	Z6	06	18	08	48	06	58	08	16	18	16	56	58	08
16	16	06	08	06	58	08	54	Z8	08	58	16	Z6	08	18	68	08	08	58	04
18	18	06	46	14	Z6	38	08	08	Z8	04	18	08	08	Z4	46	Z8	08	06	16
16	56	Z8	06	08	Z8	16	68	04	46	06	48	18	08	08	18	16	Z6	18	16
06	Z6	48	06	06	44	46	06	58	78	48	46	54	04	06	06	16	Z8	68	58
Z6	68	Z6	08	Z6	06	04	08	08	04	56	06	06	18	08	04	36	38	08	Z8
58	Z6	Z6	Z4	06	56	18	48	08	08	48	18	08	18	68	14	16	06	08	08
Z6	06	58	56	48	08	Z8	08	04	06	56	64	08	66	08	06	18	08	Z6	Z4
54	Z6	06	18	Z6	08	16	18	16	08	46	08	06	Z6	38	08	08	06	18	Z8
08	08	Z6	Z8	Z8	Z8	04	18	06	56	Z4	08	58	06	08	18	08	36	16	Z4
Z8	16	Z6	06	Z8	44	04	04	16	58	Z8	06	66	18	08	06	18	Z6	56	16
16	04	04	08	16	08	06	68	06	16	08	68	06	16	66	08	06	68	08	Z8
08	08	18	18	08	08	08	Z6	08	Z6	06	Z6	16	54	18	48	16	16	08	18
16	38	08	06	16	08	08	66	08	66	08	18	56	Z6	08	08	08	08	Z4	08
08	06	06	04	06	06	06	06	18	58	06	06	08	18	Z8	06	18	78	54	Z6
Z8	66	06	56	18	Z6	14	08	16	04	48	08	04	08	08	06	08	46	Z6	08
08	18	06	Z8	06	Z8	06	18	06	48	48	Z8	08	66	08	08	Z8	56	38	06
Z6	16	16	08	48	46	18	08	06	06	Z6	58	08	08	08	04	Z8	Z8	06	08
Z8	06	14	48	Z6	48	06	Z8	06	06	Z6	06	76	08	08	Z8	18	06	18	06
Z6	06	48	48	04	06	06	08	08	08	06	08	Z6	08	68	58	06	14	08	18
06	06	16	06	18	06	58	74	Z4	08	06	58	08	18	46	06	Z6	Z8	14	Z6
08	Z8	06	18	18	08	48	Z4	Z8	04	06	Z8	04	Z8	08	16	18	16	06	06
58	Z6	18	Z8	66	04	58	08	18	48	68	08	06	08	Z6	08	Z8	08	56	08
Z8	08	66	08	Z8	06	58	Z6	08	08	Z8	68	06	Z8	08	08	Z6	18	Z6	06
16	16	06	Z6	08	Z8	44	06	06	Z8	06	04	18	68	18	04	06	54	06	06

PROGRAMME TERMINE

```
********************************
*                              *
*       J.DUPRE    GBD 2       *
*                              *
********************************
```

```
'DEB''ENT'I,J,L,Z,AL,V,R,B,N,K,H,A;'ENT''TAB'
TEIN.(0:11,0:11).,
SEQ.(1:2,1:20).,SEV.(1:2,1:20).,T.(1:80,1:4).,
C.(0:47,1:5).;

'ENT''PRO'PMOD(X,Y);'ENT'X,Y;PMOD:=X-X%Y*Y;
'PRO'ALEA;AL:=PMOD(AL*11,9973);
'ENT''PRO'DIS(X,Y);'ENT'X,Y;DIS:='SI'ABS(X-Y)'ING'
6'ALO'
ABS(X-Y)'SIN'12-ABS(X-Y);
'PRO'EC(X);'ENT'X;'SI'X'EG'0'ALO'EXL(°V@)'SIN'
'SI'X'EG'2'ALO'EXL(°J@)'SIN'
'SI'X'EG'5'ALO'EXL(°R@)'SIN'
'SI'X'EG'9'ALO'EXL(°B@)'SIN'
'SI'X'EG'13'ALO'EXL(°N@)'SIN'EXL(° @);

LIRTC(TEIN);LIRTC(C);
EXL(°#AL@);IMPR;LICLAV(AL);
'COM'GENERATIONPREMIERELIGNE;
L:=0;REM:ALEA;SEQ.(1,1).:=PMOD(AL,12);'POU'J:=0'PAS'
1'JUS'11'FAI'
L:=L+TEIN.(SEQ.(1,1).,J).;'SI'L'EG'0'ALO''ALL'REM;
'POU'J:=2'PAS'1'JUS'20'FAI''DEB'
RE:ALEA;SEQ.(1,J).:=PMOD(AL,12);
'ALL''SI'TEIN.(SEQ.(1,J-1).,SEQ.(1,J).).'EG'1'ALO'
ENC'SIN'RE;ENC:'FIN';
'POU'J:=1'PAS'1'JUS'20'FAI'
'DEB''SI'J'EG'1'ALO''ALL'TILT;
Z:=DIS(SEQ.(1,J-1).,SEQ.(1,J).);
'SI'Z'SUG'5'ALO'SEV.(1,J).:=PMOD(SEV.(1,J-1).+2,4)'SIN'
'SI'Z'ING'1'ALO'SEV.(1,J).:=SEV.(1,J-1).'SIN'
TILT:'DEB'ALEA;SEV.(1,J).:=PMOD(AL,4)'FIN';'FIN';
'COM'GENERATIONDEUXIEMELIGNE;
GLUP:ALEA;I:=PMOD(AL,19)+1;'POU'J:=I'PAS'1'JUS'20'FAI'
'DEB'REP:ALEA;SEQ.(2,J).:=PMOD(AL,12);
'SI'J'EG'I'ALO''ALL'TOP;'ALL''SI'
TEIN.(SEQ.(1,J).,SEQ.(2,J).).'EG'1'ET'
TEIN.(SEQ.(2,J-1).,SEQ.(2,J).).'EG'1'ALO'CLONC'SIN'REP;
TOP:'ALL''SI'TEIN.(SEQ.(1,I).,SEQ.(2,I).).'EG'1'ALO'
CLONC'SIN'REP;
CLONC:'FIN';
'POU'J:=I-1'PAS'-1'JUS'1'FAI'
'DEB'REQ:ALEA;SEQ.(2,J).:=PMOD(AL,12);
'ALL''SI'TEIN.(SEQ.(1,J).,SEQ.(2,J).).'EG'1'ET'
TEIN.(SEQ.(2,J+1).,SEQ.(2,J).).'EG'1'ALO'CLOND'SIN'REQ;
CLOND:'FIN';
'POU'J:=1'PAS'1'JUS'20'FAI'
'DEB''SI'J'EG'1'ALO''DEB'Z:=3;'ALL'MOUNINE'FIN';
Z:=DIS(SEQ.(2,J-1).,SEQ.(2,J).);
MOUNINE:L:=DIS(SEQ.(1,J).,SEQ.(2,J).);
'SI'L'ING'1'ALO''DEB'SEV.(2,J).:=SEV.(1,J).;'ALL'
TRUC'FIN';
'SI'Z'ING'1'ALO''DEB'SEV.(2,J).:=SEV.(2,J-1).;'ALL'
TRUC'FIN';
'SI'L'SUG'5'ALO''DEB'SEV.(2,J).:=PMOD(SEV.(1,J).+2,4);
'ALL'TRUC'FIN';
```

```
'SI'Z'SUG'5'ALO''DEB'
SEV.(2,J).:=PMOD(SEV.(2,J-1).+2,4);'ALL'TRUC'FIN';
ALEA;SEV.(2,J).:=PMOD(AL,4);TRUC:'FIN';
'COM'EDITION;
'POU'I:=1'PAS'1'JUS'20'FAI''DEB'
L:=4*SEQ.(1,I).+SEV.(1,I).;
V:=C.(L,1).;J:=C.(L,2).;R:=C.(L,3).;B:=C.(L,4).;
N:=C.(L,5).;
H:=16-(V+J+R+B+N);
'POU'K:=4*(I-1)+1'PAS'1'JUS'4*(I-1)+4'FAI'
'POU'L:=1'PAS'1'JUS'4'FAI''DEB'
'AIG'CO:=C1,C2,C3,C4,C5,C6;A:=AL;
ALEA;Z:=PMOD(AL,6)+1;'ALL'CO.(Z).;
C1:'SI'V'SUP'0'ALO''DEB'T.(K,L).:=0;V:=V-1;'ALL'
MAO'FIN';
C2:'SI'J'SUP'0'ALO''DEB'T.(K,L).:=2;J:=J-1;'ALL'
MAO'FIN';
C3:'SI'R'SUP'0'ALO''DEB'T.(K,L).:=5;R:=R-1;'ALL'
MAO'FIN';
C4:'SI'B'SUP'0'ALO''DEB'T.(K,L).:=9;B:=B-1;'ALL'
MAO'FIN';
C5:'SI'N'SUP'0'ALO''DEB'T.(K,L).:=13;N:=N-1;'ALL'
MAO'FIN';
C6:'SI'H'SUP'0'ALO''DEB'T.(K,L).:=1;H:=H-1;'ALL'
MAO'FIN';'ALL'C1;MAO:
'FIN';'FIN';
'POU'L:=1'PAS'1'JUS'4'FAI''DEB'
'POU'K:=1'PAS'1'JUS'30'FAI'EC(T.(K,L).);IMPR'FIN';
'POU'J:=1'PAS'1'JUS'20'FAI''DEB'SEQ.(1,J).:=SEQ.(2,J).;
SEV.(1,J).:=SEV.(2,J).;'FIN';AL:=A;
'SI'CLE(1)'ALO''ALL'FINAL;'ALL'GLUP;FINAL:'FIN'#
                    ***********************
                    *      DONNEES        *
                    ***********************

1 1 0 0 1 0 1 1 0 0 0 1   1 1   1 0 1 0
0 1   0 0 0 0
0 1 1 1 1 0 0 1 1 0 0 0   0 0 1 1 1 0 0
1 0 1 0 0   0 0 0 1 1 1 0 1 0 0 1 0
0 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 1   1 0 0 0 1 1 1
1 0 0 0 0   0 1 0 0 1 0 1 1 1 0 0 0
0 0 1 0 1 0 0 1 1 1 0 0   0 0 0 1 1 0 0
0 1 1 1 0   0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 1 1
0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1

4 0 0 0 12 11 0 0 0 5 14 0 0 0 0 9 0 0 0
 0
1 1 0 0 14 2 3 0 0 11 4 7 0 0 5 5 8 0 0
0
0 2 0 0 14 0 4 0 0 12 0 8 0 0 8 0 16 0 0
 0
0 2 1 0 13 0 4 2 0 10 0 7 3 0 6 0 9 5 0
0
0 1 2 0 13 0 2 4 0 10 0 4 8 0 4 0 4 8 0
0
0 0 3 0 13 0 0 3 0 8 0 0 16 0 0 0 0 10 0
 0
0 0 2 1 13 0 0 6 3 8 0 0 12 3 0 0 0 8 2
0
0 0 2 2 12 0 0 6 4 5 0 0 8 6 0 0 0 6 4 0

0 [illegible] 1 4 11 0 0 3 10 3 0 0 3 11 0 0 0 2 7
```

```
 0
0 0 0 6 10 0 0 0 16 0 0 0 0 13 0 0 0 0 9
 0
2 0 0 4 10 4 0 0 9 3 4 0 0 10 0 3 0 0 6
0
4 0 0 2 10 9 0 0 4 3 10 0 0 4 0 6 0 0 3
0
```

```
*****************
*   RESULTATS   *
*****************
```

```
AL
 3
BBBJRNNRNNNRBNN  RRBVNVBBBB JJRJJJR BRBJNNNNNJNR B  BR RBB RR R   RR  RBBVVBBVV
 BBNNNNBNNNBNNN JRRBBVNBBBB JRRRR RR BBVJNNNNVJR B BRR  RR   RRR RRRRRRBNVVBBNB
BBBBJNNNBNNNBNNN JRRBBBBBBBB JRRJ RRRR  VNNNVNJNR RBRR  RR R R BRRRRR  RNNVVNVBB
BBBBNNNNRNNNBNNNJJRRBNBVBBBB RRR  RRR R JNNNNNNNRRB RRR RR  RR BR  RR  RBVVVBNVB
 BVBJNNNRNNNRBNN  JRVBNBBVBV JJRRNNNRR RJJRRRRB VNJNVVVVJJNR  RR RRR RR VNNB JJR
B VRRNNNRNNNNNNNRJRRVVBBBNBV  RRRBNN R-RNRRRRB RVNNNNVVVJRNR RRR  RR  RRNBBV  RR
BVBBRNNNBNNNBNNNJ RRVBNNBBBNRJRRNNNNRRRBJRNNBR  JNNNVVVNJRRRR RR RRRRRRRVBVV JRR
BVBBNNNNNNNNRNNN JRRBBBBFBNV JRRBNNN  B JRRNBR  NJNNNVNNNRRN  RR  RR  RRVVVVRJRR
 VBBRNNNRBNNRBNNRNNNJJRRNBBVBVNB JRRRR RRRRRJNRRNJNRNNRRJRJRJ RR  JR R RBNVBR RR
 VBBNNNNRNNNNNNNRBNNJ RRNBBVBVBN JRRR RRRRRRNJRRRJRRJJRRJNRR JRR  JRRR RVVVN  RR
BVBBJNNNBNNNBBNNBNNN  RRNBVVBVBB JRR R RRRRRNJRRRNRRJJRRRRRN JRRRJRRRR RBVVV  RR
BVBBRNNNNNNNBNNNNNNN JRRBBBBBVBN JRR RR RRRRJNRRNJJRNNRRJNRN JRRRJRRRR  NVBVR RR
JNNNBB RJNRNBNNNNRJRNVNBBBVVBVNVR RR  RRRNJRRJJRJNJNNNJRRNJNVNBBNBBB J RBVBBVBNV
RNNNR  RRNRNRNNNNNJRNBVBBBBVBNVVRRRR  RRRRNNRJNJJJJNJJNNJJRRBVBBBNBB RRRVVBNBBVV
RNNNRR BJNNNRNNNJNRRVBBBBVBNNBVVR  R RRRJJRRJNJNRJRNJRJNNNJRBBBBBBVV JRRVBBNVBVV
NNNN  RBNNRNBNNNRJRRVBBBBBNNVBVV  R  RRRRJRNJNNNNJRNRJNJRRRRVVNNVBNVJJRRBBBNNNVV
 BBBJ RRRRNNRRNNRJJRJRNRBBVBR JR  JRRRR RRRRJNRRNRJJNBNNRNNN  JR R RBRBBRRJR R R
R R   RRRRRNNRNNJNRRNNJRVBNB  RRJJRR  RRRRRRJJNRNJNNRBNNRNNNJJJRJ RRRRB  JRRR R
R R JJRRRNNNJRNNNJRRRNJRVVBN JJR RRRRR RRRRRNNRRJNJRNNNNBNNNR RR JRRB RR JRRR RR
RBR  JRRRRNNJNNNNNRRRRJRBBBNRJRRJ RR R RRRRRJRRRNJJRRNNNBNNNR RRJJRRRRBR JRRR  R
RRRRRR  RBBNRRRNJJRRVNNNVVNNBNBVRR J   RRRRRRJNRRRRNRNNNRJNRBVBVBVBBJ RRRRBN J R
 RB  B BRRRNRRNNJNNRBBNNBVVVBBVNJ  JJ JRRRRRJRNNRRBNRNNNJNRNBNBBVVNN  JRRNRNJ JR
 R  R B NRBNRRNNNRNRVBNNNBVVVBNBRRRRRJRRRRRRJNRRBNBNBNNNJNRRBBBNBBBBJJRRBRBNRR R
 BR RRRBRNNNRNNNJRRRBNNNVBBVBVBBRJ RJRRRRRRRJRRRRNBNNNNNJRRRVBVNVBBN RRRRNBNRJRR
BBB JNNNRRRNBB V VB VBNNBVBB R RVVBBVBBBBVNVBVNBR JRRNNNJJNRBVBBVBVVVBNBJ JRVBBB
 RR RNNNRRRNV VVBV  BBNNBBBB RJRBBBNVVBBBVBVBVNB  JRRNNNJRRRBBBBBBNVBBVBJRJRNBVB
BB  NNNNNRNNB  VBB  BNNNVVNBRJJRBVBNVNBNBVNVNBBBRJRRNNNNJNRRVVVNVNVVBVBN RRRBBVB
RB  RNNNNRNN   VVBB VNNNBVNNR JRVBBNBBBNNVVVVVBB JRRRNNNNRRNBNBNBNVVBVBN  RRBNVN
 RRBJNNNRBRNNRNNJNRNJRNNNRNNRR  VBNVBNVVVBNNBBVBJJJRRNNNRRRRNNRRRJJRVNBBBBBB  JR
RRRBNNNNRRNNRRRNNJRNJNNNJRNN  RRBBVVBVNVBBNVVBVB JRRRNNNRRRRRJNRNJJRVBBNBVBV JRR
R  BRNNNRBRNNRRNRRNNNRNNNRNNRRRRNVVVVVVVVBBBVBBBNR RRRNNNRRRRJNRRNRRRNBVBBNBN JRR
R  RNNNBNNNNRRNNNNNRRNNJRNNR R BNVVBBNVBBBVBVNN  RRNNNNRRRRJJRRNNRRBVBBVVBNJRRR
 R  BR J  RVBBVRRNNNJRNV  RJ RBBNBVBVVJ  RBBBB JR NNNNRRRRJJRRNJJRNJRNJNNRR  R
 BBBBBR JJRRB V RRRNNNRNVVB J RRBBVBNNVV JJRBNBB RRRJNNNRRRRRRRNRJRRNRRRRNRRR RJR
 B RR   JRR V VNRNNRJRNBB   JRRNBVBNBBVRRRRVNBBJJ RNRNNRRRRJNRRJJJNJJNRJJRRJRRR
RBBBRRB RR R   VNRRNNNNN BBBJ RRBVVNVVBV JRRVVVNJRRRRNNNRRRRJNNRJNNNJNRRRJNR JJR
R RBBRR RB  JRRNRJNNNNNN B V  RRBBVBRJJRRBNN  RRRR RJNNNRRRRNRRRRRRNNVNNRNJRJRJJ
 JR  R  BB NRNNJRNNRNRNB  V JRRBBNBR  RRNNN JRR  RRRNNNRRRRNNJRJJRRBBNNJJRRJ JR
B R B R RB RJNNNRNNNRRRN  VV JRRVNVBJ RRNNNN JRRR  RNNNNRRRRJNJRJNRNNBNNJNRRJJJR
JRB RRBBR RRNNRNNRNNRRRNB VVJJRRBNVB JRRBNNNJJRRRR RRNNNRRRRJRRRJRRNVBNNNNRRJ RR
NNNNRR  JRNNNJRNRRNNJRRNBBV R  RJ RRJ  R  JRVVBB JJRNNNNRRRRJRRNJJRRJRJNVBNNBBNN
RNNN BRBJRNNJNNNJRNNNRNNBB BJJRR  RRJJJR JRRNVVBJ RRJNNNRRRRJNNRJRRRRNRRBBNNBBNN
RNNN  BBRRNNJJRNJRNNJNNN  V  RRJJRRR RRJJRRNNBBJ RRRNNNRRRRJRRRNNNRJNRRVNNNBNNN
JNNNRRR NNNNNNNNNNNNNRNNNB  VJJRR JRR RRRR RRBBBB RRRRNNNRRRRJRNRNJRRNJRRBNNNBNNN
```

PROGRAMME TERMINE
PRET

Claude LENORMAND .

NOTE SUR LA SUITE DU DRAGON (1)

Il est possible d'obtenir tout élément de la "suite du dragon" à partir de l'écriture de son rang en base 2.

1°/ Etant donné deux suites d'éléments

$X = (x_1, x_2, \ldots)$ et $\overline{X} = (\overline{x}_1, \overline{x}_2, \ldots)$

et φ le morphisme inversible de X sur $\overline{X}$ tel que $\varphi x = \overline{x}$ pour tout $x \in X$, on construit la suite $S = (s_0, s_1, \ldots)$ dont les éléments sont les suites finies d'éléments de $X \cup \overline{X}$ ainsi définies :

$s_0 = e$ (suite vide)

$s_{i+1} = s_i \; x_i \; \varphi \tilde{s}_i$

où $\sim$ note le passage à la suite-miroir.

La "suite du dragon", que nous noterons d , est l'unique suite telle que chaque suite finie s_i en soit facteur gauche (le cas envisagé dans (1) s'obtient par substitution de 1 à tout x_i , et de 0 à tout $\overline{x}_i$).

2°/ Etant donné deux suites

$U = (u_1, u_2, \ldots)$ et $V = (v_1, v_2, \ldots)$

notons $U * V$ la suite composée $W = (w_1, w_2, \ldots)$ telle que $w_{2i} = v_i$ et $w_{2i-1} = u_i$ pour tout entier $i > 0$ (produit non associatif).

Par abus de notation, notons encore A la suite constante dont tous les termes sont a ; on a alors

$d = (x_1 * \overline{x}_1) * \left[(x_2 * \overline{x}_2) * \left[(x_3 * \overline{x}_3) * \ldots \right] \right]$

et le kième élément de cette suite peut être calculé directement : soit n le plus grand entier tel que 2^{n-1} divise k (notons q le quotient), l'élément cherché est alors $- x_n$ si q-1 est pair

$- \overline{x}_n$ sinon.

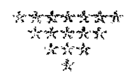
et se déduit donc aisément de l'écriture de l'entier k en base 2 : lors de l'addition de 1 à k-1, il suffit de considérer le premier caractère demeurant invariant.

---

(1) Voir l'exposé de PALMIER et GREUSSAY dans ARTINFO-MUSINFO n° 12 .

REMARQUE :

La suite finie s_i considérée plus haut est l'indication de la succession des mouvements des pièces dans le problème connu sous le nom de "tour de Hanoï" lorsque l'on dispose de i "disques".



A V E R T I S S E M E N T

Le présent bulletin répond à une visée toute didactique : livrer sous forme accessible aux nouveaux venus dans les groupes de travail courants :

- de l'information technique et bibliographique en rapport avec leurs disciplines ;
- des programmes commentés de tous niveaux permettant un accès relativement rapide à des techniques de programmation appropiées, ainsi qu'une implémentation aisée.

On s'est efforcé, dans la mesure du possible, de ne pas établir de clivage trop net entre les disciplines artistiques et scientifiques concernées (musique, arts plastiques, poésie, architecture, logique, informatique), mais tout au contraire, ne serait-ce que par des techniques de programmation communes.

L'aspect pédagogique du présent bulletin reflète une préoccupation constante du groupe, à savoir ne pas se satisfaire en dernier ressort de méthodes de programmation trop élémentaires.

Le contenu des textes et des programmes n'engage que leurs auteurs.

Pour tous renseignements et composition des livraisons à venir, s'adresser à Jacques ARVEILLER, Département d'Informatique, Université PARIS VIII, Route de la Tourelle, Paris XII°.

Pour tout envoi, s'adresser à Patrick GREUSSAY, même adresse.

+=+=+=+=+=+=+